

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND

MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

## DE 100 65 624 A 1

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
G 02 B 6/42

(71) Anmelder:

Kragl, Hans, Dr.-Ing., 31199 Diekholzen, DE

(74) Vertreter:

Kroher, Strobel Rechts- und Patentanwälte, 80336 München

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(56) Entgegenhaltungen:

DE	38 34 395 C2
DE	198 51 265 A1
DE	33 39 189 A1
US	60 04 046 A

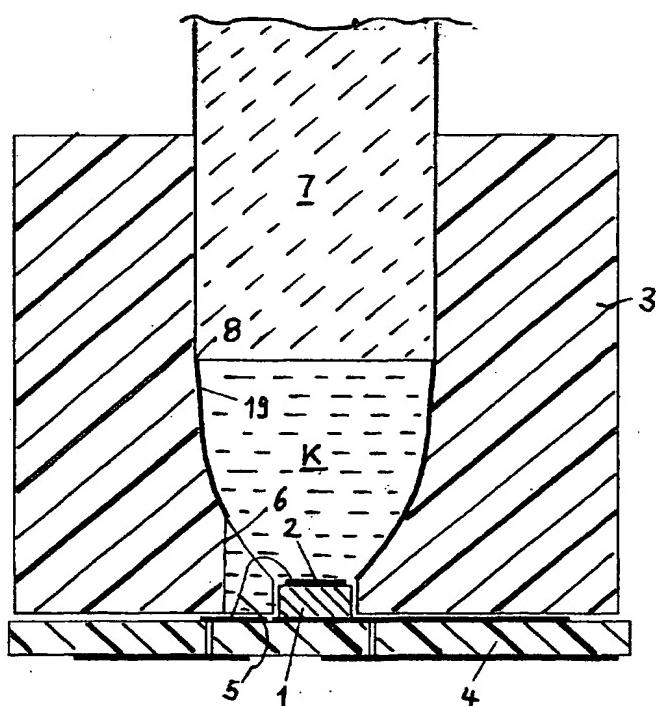
Kagl, H. et al.: MICROMID: A low cost fabrication technology for polymer fiber transceiver modules. POF Conference 2000 Boston;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Kopplungsanordnung zum optischen Koppeln eines Lichtwellenleiters mit einem elektro-optischen oder opto-elektronischen Halbleiterwandler

(55) Für die passgenaue Ausrichtung eines Lichtwellenleiters auf ein elektro-optisches Bauelement wird das elektro-optische Bauelement auf einem Submount befestigt, der an einer beliebigen Stelle auf einer Leiterplatte angebracht werden kann. Für die Fassung des Lichtwellenleiters ist ein Kopplungselement vorgesehen, das eine negative Abbildung des Umrisses des Submounts aufweist. Dieses wird formschlüssig an dem Submount angebracht und nimmt das Ende des Lichtwellenleiters auf. Der Zwischenraum zwischen dem elektro-optischen Bauelement und dem Lichtwellenleiter wird mit einem transparenten Klebstoff ausgefüllt. Der Submount kann in Mikrostrukturtechnik ausgebildet sein.



DE 100 65 624 A 1

DE 100 65 624 A 1

## Beschreibung

## Gebiet der Erfindung

[0001] Mit der zunehmenden Umstellung von elektrischer auf optische Nachrichtentechnik werden optische Transceivermodule in allen Bereichen der Datenübertragung benötigt. Neben der hochratigen, optischen Übertragungstechnik auf Fernleitungen über Glasfasern kommt zunehmend auch die optische Übertragungstechnik mit vergleichsweise niedrigen Datenraten über relative "dicke" Polymerfasern oder hybride Glas/Polymerfasern (sog. HCS-Fasern) zur Anwendung. Typischerweise werden nicht hunderte von Kilometern sondern nur einige 10 bis 100 m mit Datenraten von maximal einigen 100 MB/s übertragen. Eingesetzt werden solche Systeme innerhalb mobiler Einrichtungen (Kfz, Bahn, Flugzeug) oder zur sog. Inhouse-Vernetzung, d. h. innerhalb eines Gebäudes zur datenmäßigen Verbindung aller im Haus vorhandenen Multimediacräte (TV, Internet, Videorecorder, Audiogeräte, PCs usw.). Aus Kostengründen arbeiten diese Netze oftmals nicht mit Laserdioden, sondern mit einfachen, oberflächenemittierenden Leuchtdioden (LEDs). Für die Ankopplung einer solchen LED an einen relativ dicken Lichtwellenleiter wird ein sehr kostengünstiger Aufbau gefordert, der dennoch eine erhebliche Präzision verlangt. Das elektro-optische Modul, das die Koppelstelle von LED-Sender zu Lichtwellenleiter bzw. von Photodioden-Empfänger zu Lichtwellenleiter enthält, nennt man einen optischen Transceiver.

## Technischer Hintergrund der Erfindung

[0002] Für die Kopplung einer oberflächenemittierenden LED und eines relativ dicken Polymerfaser-Lichtwellenleiters – typische Dimensionen sind  $250 \times 250 \mu\text{m}^2$  für die LED und 1000 µm Durchmesser für die Polymerfaser – gibt es grundsätzlich zwei Konstruktionen, nämlich solche ohne Strahlformung und solche mit Strahlformung. Strahlformung bedeutet, daß einige oder alle der von der LED abgebenden Lichtstrahlen durch Linsen oder gekrümmte Spiegel in ihrer Ausbreitungsrichtung so verändert werden, daß ein höherer Lichtanteil in den Lichtwellenleiter eingekoppelt werden kann, als wenn auf solche Maßnahmen verzichtet würde. Die Ausrichtung von Lichtwellenleiter (LWL) zu LED verlangt angesichts der vorgenannten Abmessungen in jedem Falle eine hohe Präzision.

[0003] Einen Ansatz hierfür zeigt die in jüngster Zeit bekannt gewordene MicroMID-Technologie, die beispielsweise in DE 198 51 265 A1 beschrieben ist. Hierbei wird ein mikrostrukturierter Kunststoffträger eingesetzt, der in der Form thermoplastisch sehr flexibel gestaltet werden kann. Die Herstellung eines Reflektors für die LED bei gleichzeitiger Herstellung eines elektronischen Schaltkreises auf dem Substrat ist möglich. Die Justierung des LWL erfolgt mittels einer auf dem Substrat ausgebildeten dreidimensionalen Struktur. Nachteilig sind jedoch die hohen Rüstkosten der Technologie, so daß nur große Stückzahlen ihren Einsatz rechtfertigen. Da in MicroMID-Technologie die elektronische Schaltung des Transceivers letztlich im Spritzgußwerkzeug abgebildet sein muß, ist die Technologie schwerfällig in der Anpassung an kundenspezifische Varianten der Schaltung. Die Justierung erfolgt zwischen LED und LWL auf dem Weg LED zu mikrostrukturierter Leiterplatte zu Faserplatte zu LWL. Veröffentlichungen zum MicroMID-Prozess finden sich in Kragl, H. et.al.: "MICROMID: A low cost fabrication technology for polymer fiber transceiver modules", POF conference2000, Boston und in Kragl, H. et.al.: "Microstructured three-dimensional printed

circuit boards: a novel fabrication technology for optical transceiver modules", Proc. MicroTec2000 Conference, Hannover.

## Übersicht über die Erfindung

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kopplungsanordnung der eingangs genannten Art und ein zu deren Herstellung geeignetes Verfahren anzugeben, mit der bzw. dem eine hochpräzise Ausrichtung von lichtabgebendem und/oder lichtaufnehmendem Halbleiterbauelement einerseits und Lichtwellenleiter andererseits in technisch einfacher Weise erzielbar ist.

[0005] Diese Aufgabe wird durch die in Anspruch 1 bzw. 15 21 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen davon sind Gegenstand der jeweils abhängigen Ansprüche.

[0006] Die Erfindung offenbart eine Anordnung zur optischen Kopplung eines optischen Halbleiterbauelements, 20 beispielsweise einer Sendediode, an einen Lichtwellenleiter, bestehend aus einem Kopplungselement, bevorzugt aus Kunststoff, und einem Submount, auf dem das Halbleiterbauelement positioniert ist. Sowohl Submount als auch Kopplungselement können strahlformende Reflektoren enthalten. Der Submount wird direkt auf eine konventionelle Leiterplatte aufgesetzt, und mindestens ein Bonddraht wird von dem Halbleiterbauelement auf die Leiterplatte geführt. Die Justierung des LWL in Bezug auf das Halbleiterbauelement erfolgt durch Justierung des LWL im Kopplungselement, 30 das seinerseits durch formschlüssige Verbindung mit dem Submount präzise auf das Halbleiterbauelement ausgerichtet wird.

[0007] Das Faserkopplungselement als wesentliches Element der Erfindung besteht vorzugsweise aus einem thermoplastisch hergestellten Kunststoffkörper mit einer in einem oberen, ersten Segment zylindrischen Bohrung, die sich in einem zweiten, unteren Segment in der Form ähnlich einem Rotationsparaboloid verjüngen kann. Insbesondere die Innenwand dieses Paraboloids ist dann reflektierend beschichtet, z. B. durch Beschichtung mit einer dünnen Silberschicht. Am Fußpunkt des Paraboloids ist ein im wesentlichen rechteckiges Loch mit der äußeren Form des verwendeten Submounts angebracht, welches zur Aufnahme von einem oder mehreren Bonddrähten mindestens eine Aussparung hat. Die Montage erfolgt in folgenden Arbeitsschritten:

– Auf einer starren oder flexiblen Leiterplatte mit einer zum Drahtboden geeigneten Oberfläche wird ein metallischer oder metallisierter Submount an einer hierfür vorgesehenen Stelle aufgelötet oder mit Leitkleber aufgeklebt. Auf diesen Submount wird das Halbleiterbauelement durch Dieboden angebracht, wobei je nach erforderlicher Präzision eine im Submount befindliche Justagestruktur verwendet werden kann.

– Sodann wird das Halbleiterbauelement durch Drahtboden von dem Halbleiterbauelement auf die Leiterplatte kontaktiert.

– Im nächsten Schritt wird das Faserkopplungselement so auf dem Submount aufgesetzt, daß das Halbleiterbauelement durch die hierfür vorgesehene Öffnung des Kopplungselementes hindurchschaut. Das Kopplungselement hat eine Justiergestaltung derart, daß es präzise auf den Submount paßt und damit das Halbleiterbauelement exakt positioniert. Selbstverständlich darf bei der Justierung der Bonddraht nicht verletzt werden. Um die Gefahr einer Bonddrahtverletzung zu vermeiden, kann der Submount einen seitlichen Bonddrahtschutz aufweisen.

– Sitzt das Kopplungselement richtig auf der Leiterplatte, wird es in dieser Position mit der Leiterplatte und dem Submount z. B. durch Kleben unlösbar und flüssigkeitsdicht verbunden.

– Sodann wird in das Faserführungsloch ein transparenter Kleber eingefüllt, der LWL eingesteckt und verklebt. Ist im Kopplungselement oder am Submount ein geeigneter Vorsprung, im Kopplungselement beispielsweise eine Ringschulter, vorgesehen, wo die Stirnfläche des LWL beim Einschieben anstößt, so bedeutet dieses für die Montage eine wesentliche Erleichterung, da nun nicht mehr auf die exakte, axiale Position des LWL geachtet werden muß. Dieses stellt auch eine wesentliche Verbesserung gegenüber der MicroMID-Technik dar, die keine passive, axiale Justage für den LWL vorsieht.

[0008] Sowohl Submount als auch Kopplungselement können durch geeignete Formgebung und Beschichtung mit optischen Reflektoren versehen sein.

[0009] Die zum Betrieb des Halbleiterbauelements (LED und/oder ein in gleicher Weise zu montierender Photodetektor) notwendige elektronische Schaltungsanordnung kann in unmittelbarer Nähe des Halbleiterbauelements auf der z. B. zweiseitig ausgelegten Leiterplatte z. B. auf der Leiterplattenrückseite anbracht sein. Damit befindet sich beispielsweise ein Vorverstärker für eine Photodiode (PD) in nur ca. 1 mm Entfernung von der PD. EMV-Probleme treten daher nicht auf. Da die Leiterplatte in einem industriell üblichem Standardprozeß hergestellt wird, kann die auf ihr ausgeführte Verdrahtung problemlos nahezu beliebig komplex gestaltet werden. Auch sehr hochwertige Leiterplatten wie Keramik- oder Teflonleiterplatten, die insbesondere für sehr hochfrequente Anwendungen notwendig sind, können eingesetzt werden.

[0010] Um ein komplettes Transceiversystem zu erhalten, kann man das Kopplungselement mit flexibler Leiterplatte entweder in ein elektrisches Steckersystem einpassen und die LWL-Enden über ein Spleiß- oder Stecksystem anschließen oder aber das Kopplungselement mit starrer Leiterplatte wird direkt in eine Steckerbuchse eingesetzt, wobei die Steckkontakte z. B. durch Kontakte auf der Leiterplatte realisiert sind.

[0011] Im Gegensatz zu der bekannten MicroMID-Prozeßfolge wird bei der Erfindung das den LWL fixierende Kopplungselement nicht an der Leiterplatte, sondern an dem das Halbleiterbauelement tragenden Submount justiert. Der Submount ist vorzugsweise ein metallischer oder metallisierter Körper und kann deshalb nicht die von einer Leiterplatte geforderte Stromführung für beide elektrischen Anschlußleiter, sondern nur für einen von ihnen aufweisen. Durch die Justierung über den Submount entstehen jedoch andererseits Vorteile gegenüber der MicroMID-Technologie:

– Die für jede Produktanwendung neu zu entwerfende Leiterplatte muß nicht in dem aufwendigen MicroMID-Verfahren mit hohen Rüstkosten realisiert werden. Die Anpassung der äußeren elektronischen Be- schaltung auf der Standardleiterplatte benötigt wesentlich kürzere Entwicklungszeiten und ist kostengünstiger.

– Durch galvanisches Aufbringen einer 25 bis 50 µm dicken Kupferlage auf der Micro-MID-Leiterplatte verliert die mikrostrukturierte Kunststoffoberfläche des MicroMID-Substrates wesentlich an Präzision. Da ein mikrostrukturierter Submount nach der Erfindung aus einem massiven oder blechartigen Metall oder metalli-

sierten Kunststoffelement besteht, das an seiner Oberfläche hochpräzise Justierstrukturen haben kann, erlaubt die Erfindung gegenüber MicroMID eine deutlich höhere Präzision.

– Die zur Justierung des optischen Halbleiterbauelements verwendbaren Strukturen auf dem mikrostrukturierten Submount müssen nicht notwendigerweise mit deutlichen Entformungsschrägen ausgebildet werden, weil sie nicht wie MicroMID in einem Mehrfachabformverfahren in Metall und Kunststoff hergestellt werden. Deshalb sind auch senkrechte Strukturen möglich. Wenn ein mikrostrukturierter Submount in Form eines etwa 100 µm dicken Bleches verwendet wird, kann die Öffnung für das Halbleiterbauelement sehr leicht durch Verbiegen des Bleches aufgeweitet und das Halbleiterbauelement eingefügt werden. Anschließend erfolgt mit der Entspannung des Bleches die Feinzentrierung des Halbleiterbauelements.

– Auf einem metallischen, mikrostrukturiertem Submount kann das elektro-optische Halbleiterbauelement auch gelötet statt wie in MicroMID nur geklebt werden. Dadurch entsteht eine sowohl thermisch als auch elektrisch bessere Verbindung zwischen Halbleiterbauelement und Submount, was besonders wichtig ist, wenn das Halbleiterbauelement eine LED mit schlechtem Wirkungsgrad ist, deren Verlustwärme abgeführt werden muß.

– Sowohl in MicroMID-Technik als auch in der klassischen Leadframe-Technik wird dafür gesorgt, daß die gesamte Metallocberfläche des Substrates bzw. des Leadframe drahtbondbar ist. Eine hierfür geeignete Oberflächenbeschichtung ist teuer (Palladium-Unterlage) und hat insbesondere den Nachteil, daß das optische Reflexionsverhalten der Schicht nicht optimal ist. Eine nicht bondfähige Ag-Schicht hätte für viele Anwendungen einen besseren Reflexionsfaktor, kann aber aus o. g. Grund nicht eingesetzt werden. Da es hingegen bei der Erfindung i. A. nicht notwendig ist, auf dem Submount drahtzubinden, kann dieser mit einer ideal reflektierenden Beschichtung versehen werden, die nicht auf Bondfähigkeit zu achten braucht.

[0012] Ist das Substrat des Halbleiterbauelements nicht-leitend, so daß eine unmittelbare elektrische Kontaktierung desselben an dem Submount nicht möglich ist, muß die eine elektrische Verbindung zwischen Halbleiterbauelement und Leiterplatte durch Drahtboden entweder auf den Submount oder unmittelbar auf die Leiterplatte hergestellt werden, während die andere elektrische Verbindung zwischen Halbleiterbauelement und Leiterplatte durch Drahtboden unmittelbar auf die Leiterplatte erfolgt.

[0013] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind eine Reihe von Varianten möglich und sinnvoll, welche sich abhängig von der geforderter Präzision und den Abstrahlungseigenschaften der Sendediode vorteilhaft auswirken.

[0014] Wenn zuvor und nachfolgend von einer LED oder Sendediode oder einer Photodetektor als Halbleiterelement gesprochen wird, soll dieses nicht als einschränkend verstanden werden, sondern nur als Beispiel, weil die Erfindung in gleicher Weise auch im Zusammenhang mit lichtempfangenden Halbleitern, wie Photodioden, Phototransistoren oder Photowiderständen anwendbar ist.

[0015] Die Erfindung soll nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

## Kurzbeschreibung der Zeichnungen

- [0016] Fig. 1a und 1b zeigen im Längsschnitt und in Draufsicht eine erste Ausführungsform der Erfindung mit einem Parabolspiegel im Kopplungselement;
- [0017] Fig. 2a und 2b zeigen im Längsschnitt und in Draufsicht einen Submount mit Parabolspiegel und gefrästem Schlitz für die Aufnahme eines Bonddrahtes;
- [0018] Fig. 3a und 3b zeigen im Längsschnitt und in Draufsicht einen Submount mit Parabolspiegel und Bohrung für die Aufnahme eines Bonddrahtes;
- [0019] Fig. 4 zeigt im Längsschnitt einen Submount nach Fig. 2 mit einem daran justierten Kopplungselement;
- [0020] Fig. 5 zeigt im Längsschnitt einen Submount ohne Reflektor und ein daran justiertes Kopplungselement mit Reflektor;
- [0021] Fig. 6a bis 6c zeigen in Draufsicht und in Längsschnitten einen in Mikrostrukturtechnik ausgeführten Submount in verschiedenen Montageschritten und Fig. 6d im Längsschnitt die Anordnung nach Fig. 6c mit daran angepaßtem Kopplungselement;
- [0022] Fig. 7a bis 7e zeigen ein Spritzgießwerkzeug und verschiedene Stufen im Herstellungsvorgang eines in Mikrostrukturtechnik ausgeführten Submount;
- [0023] Fig. 8 zeigt die Abstrahldiagramme verschiedener Arten von lichtemittierenden Halbleitern;
- [0024] Fig. 9 zeigt im Längsschnitt und in Draufsicht eine Leiterplatte mit mehreren Submounts und einem gemeinsamen Kopplungselement;
- [0025] Fig. 10 zeigt in Draufsicht einen in Mikrostrukturtechnik ausgeführten Submount für zwei optische Halbleiterchips;
- [0026] Fig. 11 zeigt ein Kopplungselement mit Umlenkspiegel auf mikrostrukturiertem Submount;
- [0027] Fig. 12 zeigt ein Kopplungselement mit 90°-Umlenkung mittels einer flexiblen Leiterplatte;
- [0028] Fig. 13 zeigt eine Glasfaserjustierung mittels einer hochpräzisen Ferrule;
- [0029] Fig. 14 zeigt eine Ausführungsform, bei der die eine Glasfaser aufnehmende Ferrule selbst das Kopplungselement bildet;
- [0030] Fig. 15a und 15b zeigen im Längsschnitt und in Draufsicht einen Submount, der eine Sende- und eine Empfangsdiode trägt, mit gemeinsamem Lichtwellenleiter;
- [0031] Fig. 16 zeigt im Längsschnitt schematisch die Herstellung einer hohen Präzisionsanforderungen genügenden Passung von Kopplungselement und Faserhalterung;
- [0032] Fig. 17 zeigt eine Konstruktion ähnlich Fig. 15a mit einem Kopplungselement aus transparentem Kunststoff, und
- [0033] Fig. 18 zeigt eine Konstruktion mit 90°-Umlenkung und einem Kopplungselement aus transparentem Kunststoff.

## Beschreibung der Ausführungsbeispiele

- [0034] Die Fig. 1a und 1b zeigen eine Anordnung aus Submount 1 mit darauf angebrachter LED 2 und einem an dem Submount 1 justierten Kopplungselement 3 vorzugsweise aus Kunststoff. Der Submount ist auf einer Leiterplatte 4 befestigt, vorzugsweise aufgelötet, und verbindet die eine Elektrode der LED elektrisch mit der auf der Leiterplatte 4 enthaltenen elektrischen Schaltung. Die andere Elektrode der LED ist mittels eines Bonddrahtes 5 elektrisch mit der auf der Leiterplatte 4 befindlichen Schaltung verbunden. Der Bonddraht 5 ist von einem Schlitz 6 in dem den Submount umgebenden Abschnitt des Kopplungselements 3 aufgenommen und dadurch gegen Verletzung geschützt.

- [0035] In dem Kopplungselement ist eine Bohrung ausgebildet, die einen Lichtwellenleiter 7 aufnimmt. Die Bohrung hat eine Ringschulter 8 im Abstand über ihrem unteren Ende, an der sich die Stirnfläche des Lichtwellenleiters 7 abstützt. Unterhalb dieser Schulter 8 ist die Bohrung parabolisch ausgebildet und weist eine Verspiegelung 19 auf, um von der LED 2 ausgehende Lichtstrahlen, die die Bohrungswand treffen, in den Lichtwellenleiter 7 zu reflektieren.
- [0036] Wie ersichtlich, hat die Bohrung im Kopplungselement an ihrem unteren Ende einen Querschnitt, der an den des Submount 1 angepaßt ist, so daß das Kopplungselement 3 an dem Submount 1 zentriert wird.
- [0037] Der Zwischenraum zwischen der Stirnfläche des Lichtwellenleiters 7 und der LED ist mit einem transparenten Kleber K ausgefüllt.
- [0038] Alternativ zu Fig. 1 kann anstelle der Faser auch ein Stöpsel aus nicht klebbarem Material, z. B. POM, PTFE oder ein verchromter Metallstift, eingesetzt werden, der nach Aushärten des Klebers herausgezogen werden kann. In das so entstandene Loch kann nun ein LWL steckbar eingesetzt und wieder herausgenommen werden.
- [0039] Die Fig. 2 bis 4 zeigen beispielhaft einen Submount mit Reflektor (Verspiegelung 19) als Drehteil mit Schlitz (Fig. 2) bzw. Bohrung (Fig. 3) für die Aufnahme eines Bonddrahtes. Auf eine detaillierte Erläuterung kann verzichtet werden, da die Zeichnungen für sich selbst sprechen.
- [0040] In Fig. 4 ist gezeigt, wie das Kopplungselement auf einen Submount nach den Fig. 2 und 3 gefügt wird und die Lichtleitfaser 7 justiert wird. Man erkennt den Faserstop 30 als schmalen ringförmigen Absatz 8 am Submount 3, da der obere Rand des darin ausgebildeten Reflektors 19 einen geringfügig kleineren Durchmesser hat, als der von dem Kopplungselement 3 gefaßte Lichtwellenleiter 7, dessen Stirnfläche somit auf diesem Absatz 8 zur axialen Faserjustierung aufsitzt.
- [0041] Für gewisse Anwendungen, beispielsweise in der Automobilindustrie, könnten gedrehte Submounts nicht ausreichend kostengünstig sein, so daß man dazu übergehen wird, das in den Fig. 2 bis 4 gezeigte Teil durch Stanzen herzustellen. Hierbei muß in einem Arbeitsgang der Submount aus einem ebenen Blech so verformt werden, daß er die benötigte Oberfläche erhält, und gleichzeitig die Öffnung für den Bonddraht ausgestanzt werden.
- [0042] Alternativ kann der Reflektor 19 im Kopplungselement ausgebildet sein (Fig. 1 und 5), was insbesondere dann vorteilhaft ist, wenn der Reflektor axial so lang werden muß, daß er im Submount nicht mehr technisch sinnvoll ausgeführt werden kann. Lange Reflektoren, wie in Fig. 5 dargestellt, sind vorteilhaft beim Einsatz achsnah abstrahlender Sendedioden wie RCLEDs.
- [0043] Durch Erzeugung einer Vertiefung (rund oder bei einem Stanzteil auch eckig) auf dem Submount an der Stelle, wo die LED positioniert werden soll, ist es möglich, für den Halbleiterchip eine passive Justierzvorrichtung zu schaffen.
- [0044] Ergänzend sei angemerkt, daß Stanztechniken die für die Massenproduktion (Größenordnung 1 Mio. und mehr) geeigneten Herstellungsverfahren für Submounts sind, doch muß die erforderliche Präzision gewährleistet sein. Wegen des benötigten Durchbruchs im Submount für den Bonddraht sind zwei Bearbeitungsschritte erforderlich, die ggf. auch gleichzeitig ausgeführt werden können, nämlich Umformung des Ausgangsbleches zur Erzeugung des Reflektors bzw. der Chipjustage und der Justagestruktur für das Kopplungselement, und Ausstanzen des Loches bzw. des Schlitzes für die Bonddrahtdurchführung. Alternativ kann das Loch bzw. der Schlitz durch Laserschneiden hergestellt werden. Als Material für gestanzte Submounts eignet

sich entweder Bronze mit hohem Kupferanteil (leicht verformbar, gute Wärmeleitung) oder aber analog zu Autoscheinwerfern eine sehr reine Aluminiumlegierung (99% Al), die sich ebenfalls sehr leicht umformen läßt. Ein Submount aus Bronze muß vor oder nach dem Stanzvorgang galvanisch beschichtet werden, um eine hochglänzende Oberfläche zu erhalten, ein Submount aus Aluminium wird anschließend elektropoliert, was allerdings nur bei sehr reinen Aluminiumsorten in hoher Qualität machbar ist.

[0045] Die in den Fig. 1 bis 5 gezeigten Submounts können auch aus einem Kunststoff durch thermoplastische Abformung hergestellt werden, wenn dieser Kunststoffkörper anschließend durch einen metallischen Beschichtungsvorgang so präpariert wird, daß die Verlustwärme der Sendediode abgeführt werden kann, und, wenn der Submount einen Reflektor enthalten soll, die Metalloberfläche ausreichend gut reflektiert. Eine Beschichtung mit ca. 30 µm Kupfer und anschließend dünner Silberauflage erfüllt in der Regel diese Anforderung. Der Vorteil dieses Aufbaus liegt in der einfachen und dennoch hochpräzisen Gestaltungsmöglichkeit des Kunststoffsubmounts.

[0046] Es ist auch möglich, sowohl Submount als auch Kopplungselement mit Reflektoren zu versehen.

[0047] Ein besonderer Vorteil der Erfindung ist, daß der Bonddraht von der Sendediode zur Leiterplatte äußerst kurz gehalten werden kann. Für Frequenzen bis zu einigen 100 MHz ist ein ca. 1 mm langer Bonddraht noch unkritisch. Höhere Frequenzen von über 1 GHz, wie sie typischerweise in Glasfaserleitungen auftreten, benötigen kürzere Bonddrähte. Die in Fig. 1 bis 5 gezeigten Konstruktionen ebenso wie Lösungen mit gestanzten Submounts erfüllen in diesem Frequenzbereich allerdings nicht die hier auftretenden Präzisionsanforderungen. Für diese Anwendungen ist es notwendig, die Submounts mit Verfahren der Mikrostrukturtechnik herzustellen, die nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 6a bis Fig. 6d erläutert wird.

[0048] Fig. 6a zeigt in Draufsicht einen möglichen Aufbau für einen mikrostrukturierten Submount 1. Er besteht er aus einem U-förmigen, flachen Gebilde aus Metall. Zwischen den beiden langen Schenkeln des U, so nahe wie möglich am Rand, befindet sich eine Vertiefung 9, in der das Halbleiterbauelement 2, im vorliegenden Falle eine LED, präzise aufgenommen werden kann. Der mikrostrukturierte Submount 1 wird gemäß Fig. 6ba oder Fig. 6bb auf die Leiterplatte 4 so aufgeklebt oder gelötet, daß später ein Bonddraht 5 von der LED 2 auf den Kontakt 10 der Leiterplatte 4, der sich zwischen den langen Schenkeln des U befindet, gebondet werden kann (Fig. 6c).

[0049] Abhängig von dem Herstellungsverfahren für den mikrostrukturierten Submount kann dieser aus einem massiven Metallteil (Fig. 6ba) oder aus einem Blech mit an jeder Stelle konstanter Dicke (Fig. 6bb) bestehen. Wenn auf eine dünne Metallschicht auf seiner Unterseite galvanisch so viel Metall abgeschieden wird, daß die dort vorhandenen Vertiefungen ausgefüllt werden, und diese Seite dann durch Büsten planiert wird, erhält man einen Aufbau nach Fig. 6ba. Wird auf die Metallschicht hingegen galvanisch nur dünn aufgebaut, erhält man das Ergebnis von Fig. 6bb.

[0050] Da sich der Bonddraht 5 unterhalb der äußeren, U-förmigen Erhebung befindet, ist er gegen Beschädigung durch seitliche Einwirkung geschützt. Wird der mikrostrukturierte Submount 1 aus einem thermisch gut leitenden Material wie z. B. Kupfer hergestellt, bildet er eine exzellente Wärmesenke für die von der Diode 2 erzeugte Verlustwärme.

[0051] Fig. 6d zeigt, wie das Faserkopplungselement 3 an dem mikrostrukturierten Submount 1 justiert werden kann, wenn das Kopplungselement 3 auf seiner Rückseite die zu

dem mikrostrukturierten Submount 1 inverse Oberflächenstruktur hat. Allerdings kann die LED 2 nicht in das Reflektorinnere im Kopplungselement 3 hineinreichen, weil sie allseitig von dem mikrostrukturierten Submount 1 umgeben ist.

[0052] Ein Verfahren, mit dem der mikrostrukturierte Submount und das zugehörige Kopplungselement hergestellt werden können wird nun unter Bezugnahme auf die Fig. 7a bis Fig. 7d gegeben.

[0053] Fig. 7a zeigt ein zweiteiliges Spritzgießwerkzeug zur Herstellung von Submount und dazu passendem Kopplungselement. Das Spritzgießwerkzeug besteht aus einem Oberteil 11 und einem Unterteil 12, die mittels Paßstiften 13 und Paßbohrungen 14 aneinander ausgerichtet sind und einen Hohlraum umschließen.

[0054] Mit Ausnahme der Vertiefung 9 für die Aufnahme des Halbleiterchip ist die Präzision der Oberflächenstruktur des Werkzeuges unkritisch, da jeder "Fehler automatisch gleichzeitig in Kopplungselement und mikrostrukturierten

Submount einfießt. Die Hauptchwierigkeit bei der Erstellung des Werkzeuges ist daher die präzise Einarbeitung einer rechteckigen Vertiefung 9 mit typischerweise 250µm × 250 µm Fläche in das Unterteil 12 des Spritzwerkzeugs. Wenn hierfür (aus Kostengründen!) keine Galvanotechnik

eingesetzt werden soll, bieten sich alternativ zwei einfachere Methoden an: Senk-Erodieren mit Mikroabmessungen oder Präzisionsbohren/Fräsböhrn. Das letztere Verfahren ist das mit Abstand kostengünstigste, sofern nicht die senkrechten Wände bei der Abformung Schwierigkeiten bereiten.

[0055] Die obere Werkzeugteil 11 muß präzise zum unteren Werkzeugteil 12 justiert werden, was mit Hilfe der Paßstifte 13 und Paßbohrungen 14 gelingt. Sodann wird der umschlossene Hohlraum mit Kunststoff ausgespritzt und so ein Kunststoffkörper 15 erstellt, der in einer ersten Funktion als ein verlorener Formkern verwendet wird und in Fig. 7b dargestellt ist.

[0056] Für die Erstellung des Submount wird die untere Seite dieses Kunststoffkörpers 15 verwendet, in einer zweiten Funktion für die Erstellung des Kopplungselements sind beide Seiten des Kunststoffkörpers 15 erforderlich.

[0057] Zunächst wird die Herstellung des Submount erläutert.

[0058] Die gesamte Unterseite des mit der Spritzform hergestellten Kunststoffkörpers 15 nach Fig. 7b wird durch Sputtern, Bedampfen oder naßchemische Prozesse mit einer dünnen, elektrisch leitfähigen Schicht 16 versehen, siehe Fig. 7c. Anschließend wird diese Seite gebürstet bzw. poliert. Durch diesen Arbeitsschritt wird die dünne Metallisierung an allen hochstehenden Stellen 17 abgetragen und damit die Mikrostruktur des späteren Submounts isoliert, siehe Fig. 7d. Es ist dieser Schritt, der erst die präzise Begrenzung des Submounts an der "Bonddrahtstelle" erlaubt.

[0059] Auf der verbleibenden Metallschicht 16 wird nun ein galvanisch oder chemisch abscheidbares Metall in beliebiger Schichtenfolge aufgebracht. Das Ergebnis zeigt Fig. 7e, siehe dort 16a. Aspekte bei der Metallauswahl sind thermische Leitfähigkeit, mechanische Steifheit, Glattheit der Rückseite (einebnend), Löt- und Klebbarkeit (Benetzung). Für einen ersten Ansatz sind Nickel und Kupfer brauchbare Kandidaten. Wird die Rückseite mit Zinn beschichtet, erleichtert sich ein Lötvorgang des Submount auf eine Leiterplatte.

[0060] Je nach Einebnungscharakter des verwendeten galvanischen Bades können metallische Aufwölbungen die Rückseitenplanarität des späteren Submounts stören. In diesem Fall ist es nützlich, die galvanisch aufgebauten Schichten auf dem Kunststoffkörper 15 nochmals einem Schleifprozeß zu unterziehen und damit diese Grate zu entfernen.

Bei nicht zu hohen Qualitätsanforderungen ist hierfür ebenfalls eine Bürstmaschine geeignet.

[0061] Anschließend wird der so gebildete Metallkörper von dem Kunststoffkörper 15 getrennt. Für diesen Vorgang kommen im Grunde alle Kunststoff zerstörenden Verfahren in Betracht, also thermische, chemische und mit Einschränkung auch mechanische, weil hierbei die metallische Mikrostruktur in Mitleidenschaft gezogen werden könnte. Bevorzugt kommt eine selektive Erwärmung der metallischen Mikrostrukturen (z. B. durch Mikrowellenbestrahlung, Hochstromerwärmung oder Wirbelstromheizung) auf oberhalb der Glasübergangstemperatur des Kunststoffes und anschließende Kunststoffreinigung in einem Bad aus organischen Lösungsmitteln, z. B. NMP-Bad, in Betracht.

[0062] Soll die metallische Mikrostruktur drahtbondsfähig sein, muß sie hierfür nochmals eigens beschichtet werden. Der mikrostrukturierte Submount ist nun fertig für den Aufbau auf einer Leiterplatte.

[0063] Nun soll die Herstellung des zu diesem Submount exakt passenden Kopplungselementes erläutert werden.

[0064] Mit Hilfe des erwähnten zweiteiligen Werkzeugs wird ein Kunststoffkörpers 15 gespritzt, wie in Fig. 7b abgebildet. Die in ihm ausgebildete Ausnehmung 18 für die Aufnahme des Lichtwellenleiters wird in dem unteren, parabolischen Bereich 19 metallisiert, um als Reflektor wirken zu können. Ein einfacher Weg hierfür ist die aus der Spiegelherstellung und Schmuckwarenindustrie bekannte reduktive Silberbeschichtung mit Zwei-Komponenten Besprühung. Ein anschließend aufgebrachter transparenter Lack kann die Ag-Migration verhindern. Für Wellenlängen im ferneren Infrarot müssen Goldbeschichtungstechniken angewandt werden.

[0065] Noch fehlen zwei Arbeitsschritte, damit das Kopplungselement einsatzfähig ist. In den Reflektorbereich 19 muß ein Loch gemäß Fig. 1 eingearbeitet werden. Dieses ist am einfachsten bei nicht zu hohen Präzisionsanforderungen mit einem Stanzwerkzeug machbar, das durch die Ausnehmung für den LWL präzise positioniert werden kann. Alternativ sind auch Bohrprozesse mit Laserstrahl möglich.

[0066] Bevor nun das Kopplungselement 3 auf den mikrostrukturierten Submount 1 aufgesetzt werden kann, müssen jene Bereiche 6 des Kunststoffkörpers 15 grob entfernt werden, die die elektronischen und elektrischen Elemente, also LED, Bonddraht, Schaltung usw. einnehmen sollen. Dies kann für kleine Stückzahlen der Einfachheit halber durch Ausbohren oder Ausfräsen geschehen, siehe hierzu die Beispiele von Fig. 1 bis Fig. 5, bei größeren Stückzahlen wird man das Werkzeug entsprechend modifizieren.

[0067] Submount und Koppelement, die nach dem oben beschriebenen Verfahren hergestellt sind, passen mit extrem hoher Präzision aufeinander. Ihre Fügeoberflächen sind zueinander perfekt invers, da sie von einer identisch reproduzierbaren, geometrischen Fläche, der Fläche des Kunststoffkörpers in Fig. 7b, stammen.

[0068] Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Sendedioden, wobei jede eine, auch abhängig vom Betriebsstrom, charakteristische Strahlung in den Raumwinkel abgibt. Fig. 8 zeigt drei typische Raumwinkelspektren, wie sie für VCSEL, RCLED und GaN-LEDs auf Saphirsubstraten auftreten. Da die Strahlung einer VCSEL (vertical cavity surface emitting laser diode) normalerweise voll im Akzeptanzwinkelbereich eines LWL liegt, sind strahlformende Maßnahmen in diesem Fall überflüssig. Das erfindungsgemäße Kopplungselement wird in diesem Fall lediglich zur lateralen Justierung zwischen Diode und LWL eingesetzt. Die Strahlung einer RCLED (resonant cavity light emitting diode) nimmt dagegen schon einen deutlich größeren Raumwinkelbereich ein, so daß strahlformende Maßnahmen auch

bei Ankopplung an LWL mit hoher Apertur vorteilhaft sind. Die RCLED-Strahlung ist aber noch im wesentlichen auf achsennahe Bereiche konzentriert, so daß ein langer Parabolreflektor mit großem Abstand von der LED eingesetzt

5 werden sollte, der so berechnet ist, daß das auf die Reflektorfläche auftreffende Licht in den LWL reflektiert wird. Für eine LED mit sehr breitem Winkelspektrum und einer ggf. sogar direkt zur Seite strahlenden Charakteristik ist dagegen ein kurzer Reflektor die wirksamste strahlformende Maßnahme. Hier kann die in erheblichem Umfang in lateraler Richtung aus dem Diodenchip austretende Strahlung in den LWL eingekoppelt werden.

[0069] Wenn mehrere elektro-optische Chips (Arrays) in der erfindungsgemäßen Art auf einer Leiterplatte an LWL angekoppelt werden sollen, tritt folgendes Problem auf. Wenn die Submounts 1 für jede Sendediode 2 separat angefertigt und auf die Leiterplatte 4 gesetzt werden, passen sie nicht auf ein aus einem Teil bestehendes Kopplungselement 3. Zwei Lösungen hierfür sind vorgesehen:

15 20 Variante 1 zeigen Fig. 9a und 9b. Die LEDs 2 bzw. die LED/Submount-Einheiten werden vor der LWL-Ankopplung auf die Leiterplatte 4 aufgebondet. Dabei treten naturgemäß mechanische Toleranzen auf, die in dem in einem einzigen Teil ausgeführten Kopplungselement 3 für mehrere LWL 7 nicht 25 aufgefangen werden können. Um diese Toleranzen aufzunehmen, kann eine flexible Leiterplatte 4 eingesetzt werden, die zur Erhöhung ihrer Flexibilität auch einen Schlitz 20 aufweisen kann. Die einfach beweglichen Zungen 21 der Leiterplatte 4 können dann problemlos an die für sie vorgesehene Stelle des Kopplungselementes 3 herangeführt werden.

[0070] Eine alternative Lösung ist in Fig. 10 dargestellt. Auf einem einzigen Submount 1 befinden sich mehrere Aufnahmen 9 für Halbleiterchips. Diese Lösung ist nur in Verbindung mit mikrostrukturierten Submounts anwendbar. Da der mikrostrukturierte Submount 1 mit hoher Präzision herstellbar ist, können die Abstände zwischen den Halbleiterchips so ausgewählt werden, daß der Submount 1 sich in das mit gleicher, hoher Präzision hergestellte Kopplungselement 3 einsetzen läßt. Eine Toleranzkompensation wie in Fig. 9 ist nicht erforderlich. Im übrigen wird zur Erläuterung der Fig. 10 auf jene zur Fig. 6 verwiesen, um Wiederholungen zu vermeiden.

[0071] Aus der MicroMID-Technologie sind Konstruktionen bekannt, die mit Umlenkreflektoren zur 90°-Umlenkung des von der Diode abgestrahlten Lichtes arbeiten, siehe in der genannten DE 198 51 265 A1 die Fig. 11. Diese Konstruktionen haben in vielen praktischen Anwendungen den Vorteil, daß LWL und Leiterplatte in einer Ebene liegen und das Gehäuse um die Transceiveranordnung damit flacher ausgeführt werden kann. Vorteilhaft ist dies z. B. dann, wenn der Transceiver sich im Innern, also auf der Innenlage einer elektro-optischen Leiterplatte befinden soll.

[0072] Die Anwendung dieses Gedankens auf die erfindungsgemäßen Strukturen zeigt Fig. 11. Im Gegensatz zu DE 198 51 265 A1 findet die Justierung nicht mittels der Leiterplatte 4, sondern am Submount 1 statt.

[0073] Die Notwendigkeit zur 90°-Umlenkung zwischen LWL und Leiterplatte über einen Umlenkspiegel 19 ist bei 60 den Möglichkeiten der offenbarten Erfindung nur in Spezialfällen gegeben (elektro-optische Leiterplatte, Ankopplung an integriert-optische Schaltung). Da die Leiterplatte 4, auf die der Submount 1 aufgesetzt wird, aus flexilem Material hergestellt werden kann, kann der Effekt der Einsparung von Bauhöhe (wie in Fig. 11 gezeigt) auch gemäß Fig. 12 durch Abknicken einer flexiblen Leiterplatte 4 erzielt werden. Durch diese Konstruktion wird der senkrecht auf der Leiterplatte 4 aufgesetzte LWL 7 mit der Leiterplatte 4 gleichfalls

in eine Ebene gebracht.

[0074] Sollen Transceiver für Glasfasern mit Standarddurchmessern von 125 µm hergestellt werden, wird die Herstellung eines Kopplungselementes mit einem einige mm langen, hochpräzisen Loch von nur 125 µm technisch sehr schwierig. Hier bietet es sich gemäß Fig. 13 an, die Glasfaser 22 zunächst durch eine hochpräzise Ferrule 23 (Toleranzen unter 1 µm) zu fassen und dann die Ferrule 23 in der erfundungsgemäßen Weise mittels des Kopplungselementes 3 an dem Submount 1 zu justieren. Fig. 13 zeigt diese Anordnung.

[0075] Noch größere Anforderungen an die Justiergenauigkeit können erfüllt werden, wenn die Ferrule 23 selbst zugleich auch das erfundungsgemäße Kopplungselement bildet. Fig. 14 zeigt einen Submount 1, der an seiner Oberseite so ausgebildet ist, daß die Ferrule 23 mit der darin gefassten Glasfaser direkt einsteckbar ist und dem Halbleiterchip zentriert gegenübersteht.

[0076] Die in Fig. 15a und Fig. 15b dargestellte Konstruktion ermöglicht den extrem kostengünstigen Aufbau von Sende/Empfangsmodulen (Transceivern), die gleichzeitig (also nicht im Zeitmultiplex oder Gegensprechverkehr) den Datenempfang und die Datenaussendung ermöglichen. Auf einem gemeinsamen Submount 1 sind eine LED 2 als Sender und eine Photodiode 24 (PD) als Empfänger angeordnet. Zwischen diesen beiden Bauelementen weist der Submount 1 einen Rücken 25 auf, der die beiden Bauelemente optisch voneinander abschirmt. In einem Kopplungselement 3 ist ein den beiden elektronischen Bauelementen 2 und 24 gemeinsamer LWL gefaßt. Der Submount weist zwei Schlitze 6 zur Aufnahme der von den Bauelementen 2 und 24 zur Leiterplatte (nicht dargestellt) führenden Bonddrähte 5 auf. Der Rücken 25 dient zugleich der Abstützung des Lichtwellenleiters im vorgegebenen Abstand von den Bauelementen 2 und 24 und übernimmt somit die Funktion, die bei den anderen Ausführungsformen die Schulter 8 übernimmt.

[0077] Vorteilhaft gegenüber dem Stand der Technik ist, daß die Dioden 2 und 24 elektrisch wechselwirkungsfrei sind, da der Strom der Sendediode nicht durch den Chip der Empfängerdiode hindurchfließen muß.

[0078] In Fig. 16 ist im Längsschnitt eine für hohe Präzisionsanforderungen geeignete Ausführungsform dargestellt, bei der das Koppelement 3 einseitig mit zunächst einem Sackloch ausgebildet wird, das später von der Rückseite mechanisch geöffnet wird, beispielsweise durch Fräsen, wodurch der in Fig. 16 von der gestrichelten Linie umgrenzte Bereich an der Oberseite des Koppelements 3 entfernt wird. Bei dieser Herstellungsmethode umgeht man die Toleranzen, die beim Spritzgießen von Werkzeugoberseite und Werkzeugunterseite auftreten, denn die zueinander passenden Teile sind von derselben Seite her definiert.

[0079] Besteht das Koppelement aus transparentem Kunststoff und ist der Brechungsindex des eingefüllten Klebers größer als der des Koppelements, so entsteht im Koppelement ein optischer Wellenleiter, der zur Querschnittsanpassung zwischen Faser und Einkoppelstelle verwendbar ist. So können beliebig viele elektro-optische Chips an eine einzige Faser angekoppelt werden. Ein Beispiel hierfür ist in Fig. 17 gezeigt.

[0080] Eine andere Anwendung ergibt sich, wenn der Transceiver einen integriert-optischen 1 x 2-Splitter für den bidirektionalen Betrieb auf einem einzigen LWL enthalten soll. Hier ist durch einen Umlenkreflektor eine besonders einfache Ankopplung der Sende- und Empfangsdioden an die integriert-optische Struktur möglich. Das Licht der Sendediode wird in diesem Fall nicht in eine Faser, sondern in einen integriert-optischen Wellenleiter eingekoppelt, wie in Fig. 18 gezeigt. Hier besteht das Koppelement gleichfalls

aus transparentem Kunststoff und der eingefüllte Kleber hat einen höheren Brechnungsindex als das Kunststoffmaterial des Koppelements.

## Patentansprüche

1. Kopplungsanordnung zum optischen Koppeln eines Endes eines Lichtwellenleiters mit wenigstens einem elektro-optischen oder optoelektrischen Halbleiterelement, das mit einer auf einer Leiterplatte ausgebildeten elektrischen Schaltung verbunden ist und der Stirnfläche des Lichtwellenleiters optisch gegenübersteht, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Halbleiterelement (2) auf einem elektrisch leitfähigen Submount (1) befestigt ist, der seinerseits an der Leiterplatte (4) leitend angeklebt oder angelötet ist, das Halbleiterelement (2) weiterhin durch einen Bonddraht (5) mit der auf der Leiterplatte (4) ausgebildeten Schaltung verbunden ist, das Ende des Lichtwellenleiters (7) in einem Kopplungselement (3) befestigt ist, das Kopplungselement (3) spielfrei formschlüssig an dem Submount (1) ausgerichtet ist, und der Zwischenraum zwischen dem Halbleiterelement (2) und der freien Stirnfläche des Lichtwellenleiters (7) von einem transparenten Kleber (K) ausgefüllt ist.
2. Kopplungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleiterelement (2) mit dem Submount (1) durch Diebonden elektrisch leitend verbunden ist.
3. Kopplungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Halbleiterelement (2) und der Stirnfläche des Lichtwellenleiters (7) ein den optischen Weg umgebender, strahlformender, metallischer Reflektor (19) angeordnet ist.
4. Kopplungsanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (19) eine Metallschicht auf den das Halbleiterelement (2) umgebenden Flächen des Submount (1) ist.
5. Kopplungsanordnung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (19) eine Metallschicht auf einer Wandung des Kopplungselementes (3) zwischen der Stirnfläche des Lichtwellenleiters (7) und einem dem Halbleiterelement (2) benachbarten Endbereich des Kopplungselementes (3) ist.
6. Kopplungsanordnung nach einem der vorgehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Kopplungselement (3) wenigstens eine Aussparung (6) für die Aufnahme eines das Halbleiterelement (2) mit der Schaltung verbindenden Bonddrahtes (5) ausgebildet ist.
7. Kopplungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Submount (1) wenigstens eine Aussparung (6) für die Aufnahme eines das Halbleiterelement (2) mit der Schaltung verbindenden Bonddrahtes (5) ausgebildet ist.
8. Kopplungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Halbleiterelement (2) und dem Lichtwellenleiter (7) eine ringförmige Schulter (8) ausgebildet ist, an der der Rand der Stirnfläche des Lichtwellenleiters (7) anliegt.
9. Kopplungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringschulter (8) in der den Lichtwellenleiter (7) aufnehmenden Ausnehmung im Kopplungselement (3) ausgebildet ist.
10. Kopplungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Ringschulter (8) auf der Ober-

# DE 100 65 624 A 1

13

seite des Submount (1) ausgebildet ist.

11. Kopplungsanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (19) den optischen Weg zwischen dem Halbleiterelement (2) und der Stirnfläche des Lichtwellenleiters (7) um 5 90° umlenkt.

12. Kopplungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Submount (1) ein Dreiteil ist.

13. Kopplungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 10 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Submount (1) ein Stanzteil ist.

14. Kopplungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Lichtwellenleiter eine Glasfaser (22) ist, deren dem 15 Halbleiterelement (2) benachbarter Endbereich von einer hochpräzisen Ferrule (23) gefaßt ist.

15. Kopplungsanordnung nach Anspruch 124 dadurch 20 gekennzeichnet, daß die Ferrule (23) in das Kopp lungselement (3) eingesetzt ist.

16. Kopplungsanordnung nach Anspruch 14, dadurch 25 gekennzeichnet, daß die Ferrule (23) das Kopp lungselement bildet und ihr Ende von einer im Submount (1) ausgebildeten Vertiefung aufgenommen ist.

17. Kopplungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Submount (1) eine Justagestruktur (9) zur präzisen Ausrichtung des Halbleiterbauelements (2) ausgebildet ist.

18. Kopplungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Submount (1) durch ein Mikrostrukturierverfahren hergestellt ist, bei dem auf einen mikrostrukturierten Kunststoffkörper (15) eine dünne, ganzflächige, leitfähige Beschichtung (16) aufgebracht, diese von allen 30 hochstehenden Abschnitten (17) durch Oberflächenpoliturenfernt, auf den verbliebenen leitfähig beschichteten Flächen (16) durch Galvanisierung Metall aufgebracht und die erzeugte Metallstruktur von dem Kunststoffkörper (15) abgelöst wurde.

19. Kopplungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an das Ende des Lichtwellenleiters (7) mehrere Halbleiter elemente angekoppelt sind.

20. Kopplungsanordnung nach Anspruch 19, dadurch 45 gekennzeichnet, daß auf dem Submount (1) ein elektro-optischer Sendewandler (2) und ein opto-elektrischer Empfangswandler (24) optisch gegeneinander abgeschirmt angebracht sind, die demselben Lichtwellenleiter (7) optisch gegenüberstehen.

21. Verfahren zum Herstellen einer Kopplungsanordnung zum optischen Koppeln eines Endes eines Lichtwellenleiters mit wenigstens einem elektro-optischen oder optoelektrischen Halbleiterelement, das mit einer auf einer Leiterplatte ausgebildeten elektrischen Schaltung verbunden ist und der Stirnfläche des Lichtwellenleiters optisch gegenübersteht, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

a) mit Hilfe eines zweiteiligen Werkzeugs, dessen einer Teil ein negatives Abbild für einen den 60 Halbleiterwandler aufnehmenden Submount ist, wird ein Hohlraum gebildet, der das den Endbereich der Lichtleitfaser aufnehmende Kopp lungselement nachbildet;

b) durch Ausspritzen des Hohlraums mit einem 65 Kunststoff wird ein Formkörper hergestellt, der anschließend ausgeformt wird;

c) der Formkörper wird auf seiner den Submount

14

negativ abbildenden Seite ganzflächig metallisiert;

d) die Metallisierung wird an allen hochstehenden Stellen durch Bürsten abgetragen;

e) die verbliebene Metallisierung wird durch galvanische Metallabscheidung verstärkt;

f) die auf dem Formkörper ausgebildete Metallstruktur wird von dem Formkörper getrennt;

g) ein entsprechend den Schritten a) und b) hergestellter Formkörper wird am Grunde einer für die Aufnahme des Lichtwellenleiters bestimmten Ausnehmung mit einer Lichteintrittsöffnung versehen und anschließend als einen Lichtwellenleiter aufnehmendes Kopp lungselement auf den nach den Schritten a) bis e) ausgebildeten Submount aufgesetzt.

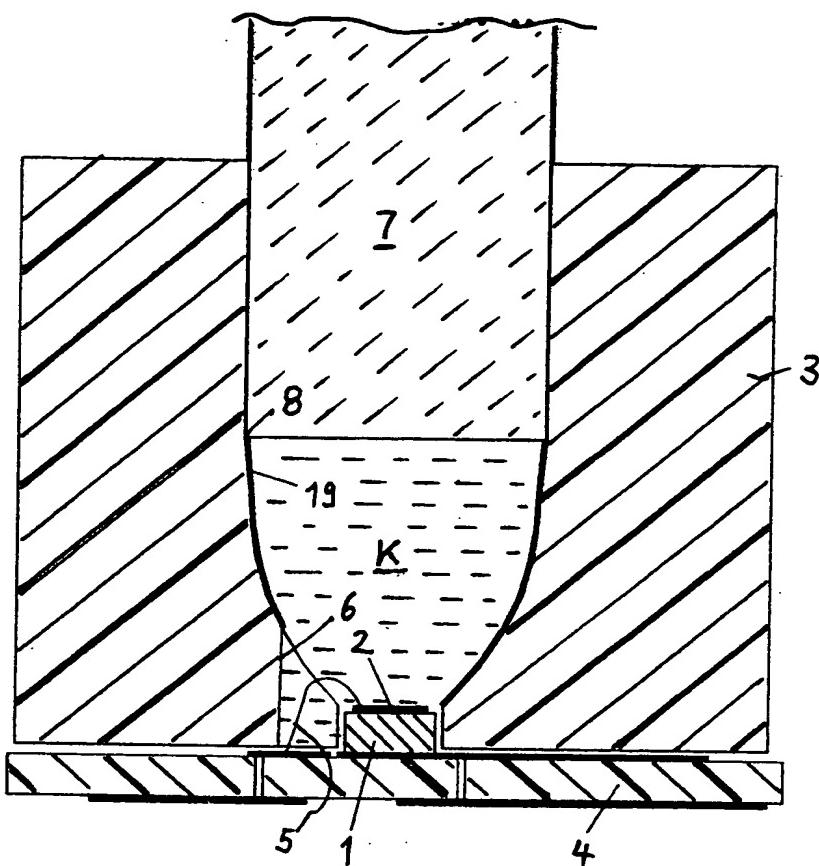
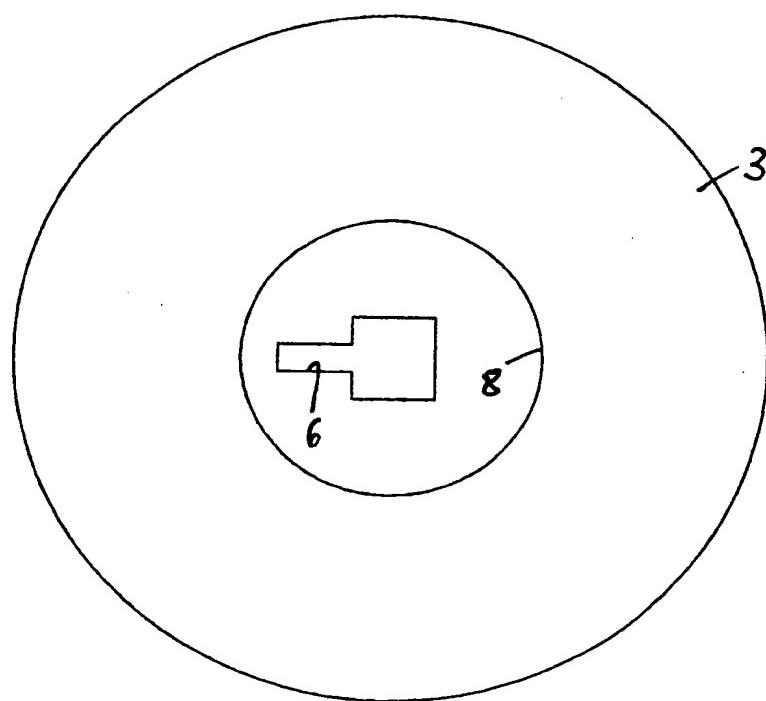
22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallstruktur zwischen den Schritten e) und f) entgratet wird.

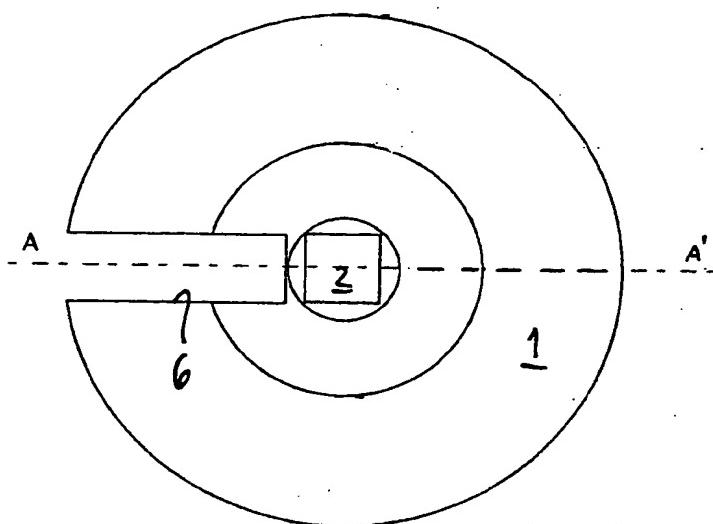
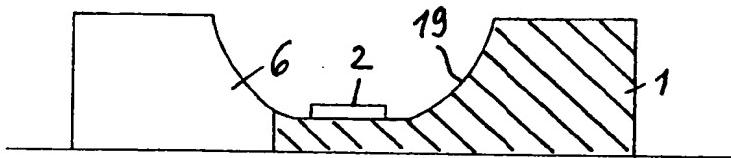
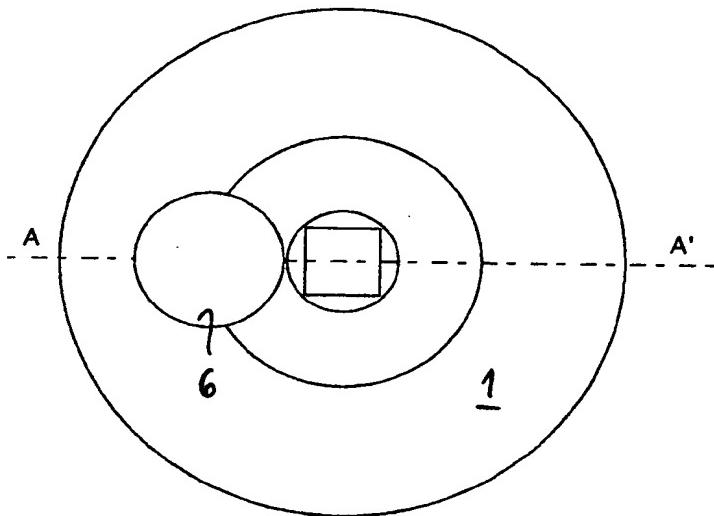
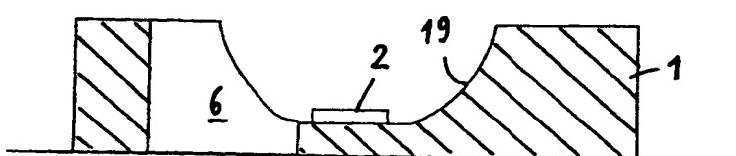
23. Verfahren nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die für die Aufnahme des Lichtwellenleiters bestimmte Ausnehmung in ihrem dem Grunde benachbarten Bereich metallisiert wird.

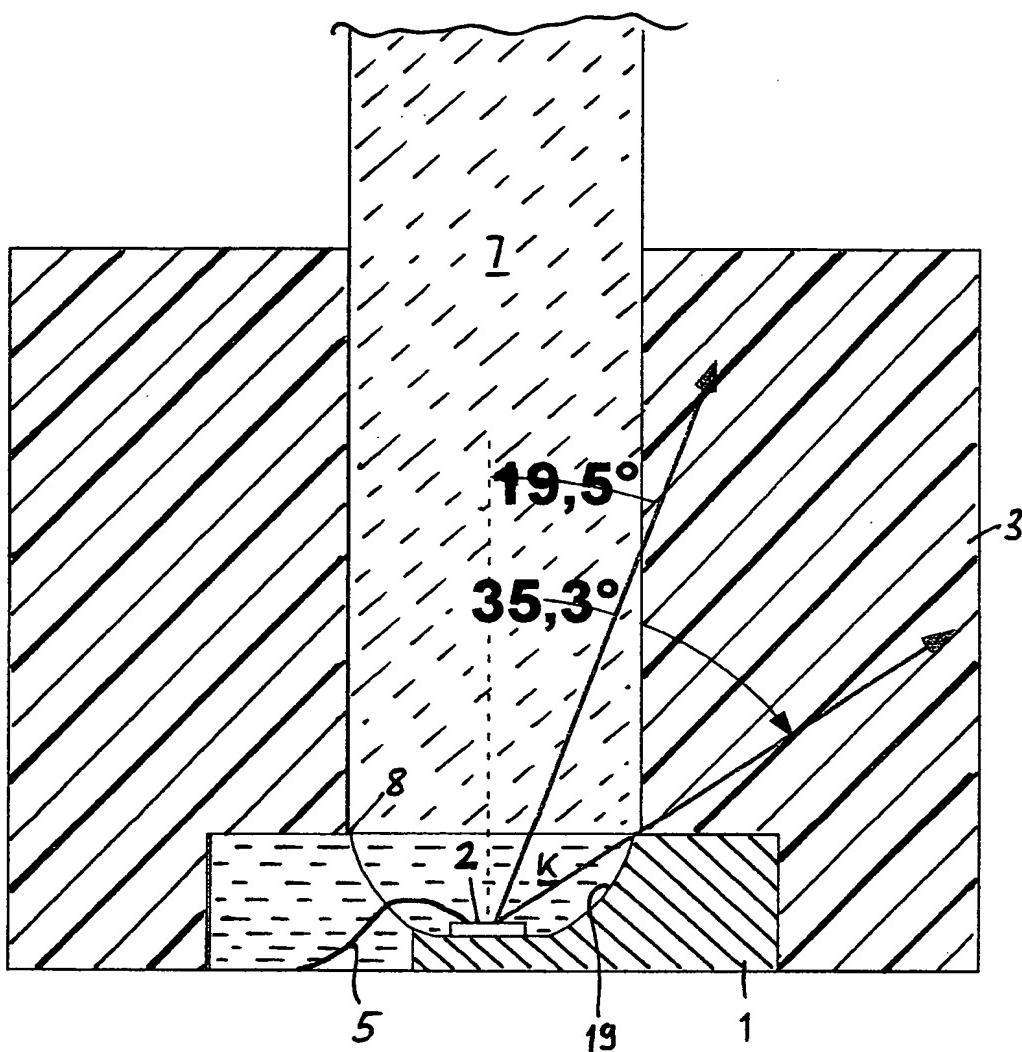
---

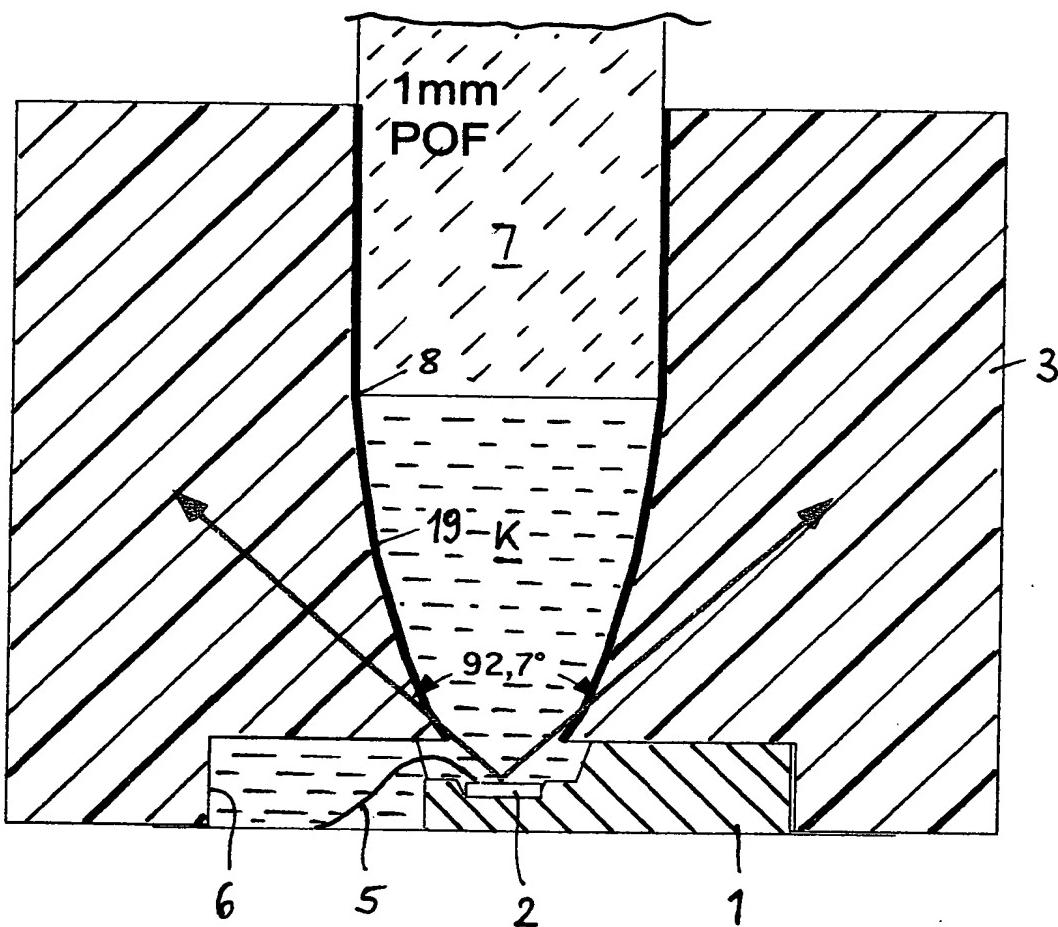
Hierzu 14 Seite(n) Zeichnungen

---

**FIG. 1a****FIG. 1b**

**FIG. 2b****FIG. 2a****FIG. 3b****FIG. 3a**

**FIG. 4**

**FIG. 5**

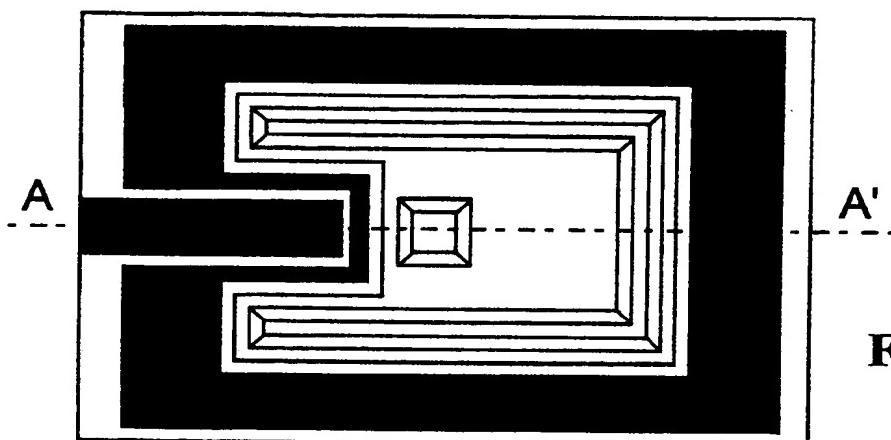


FIG. 6a

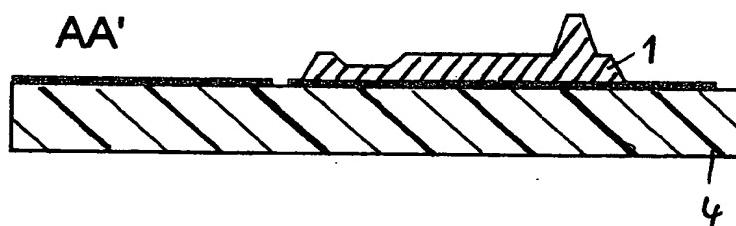


FIG. 6ba

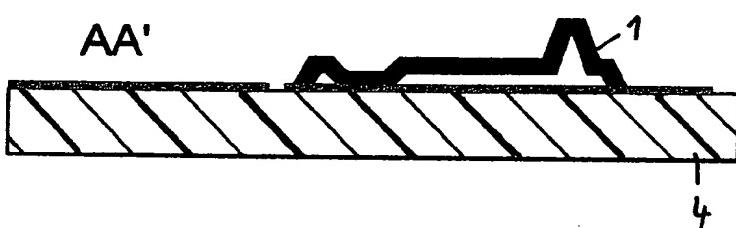


FIG. 6bb

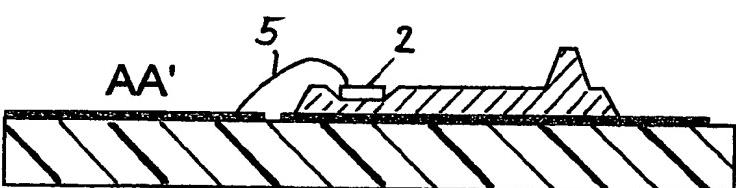


FIG. 6c

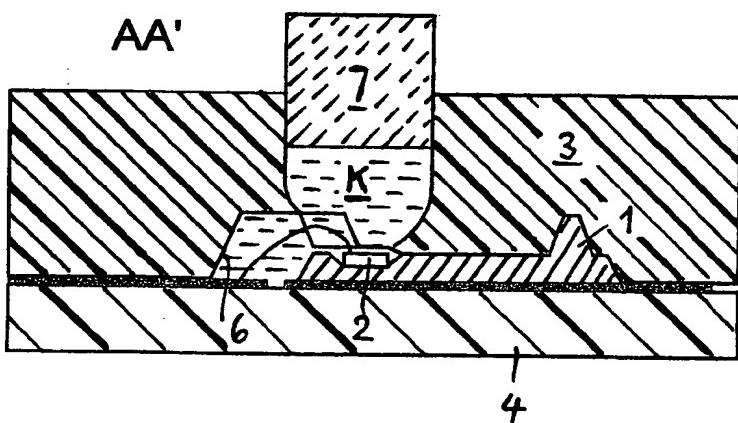


FIG. 6d

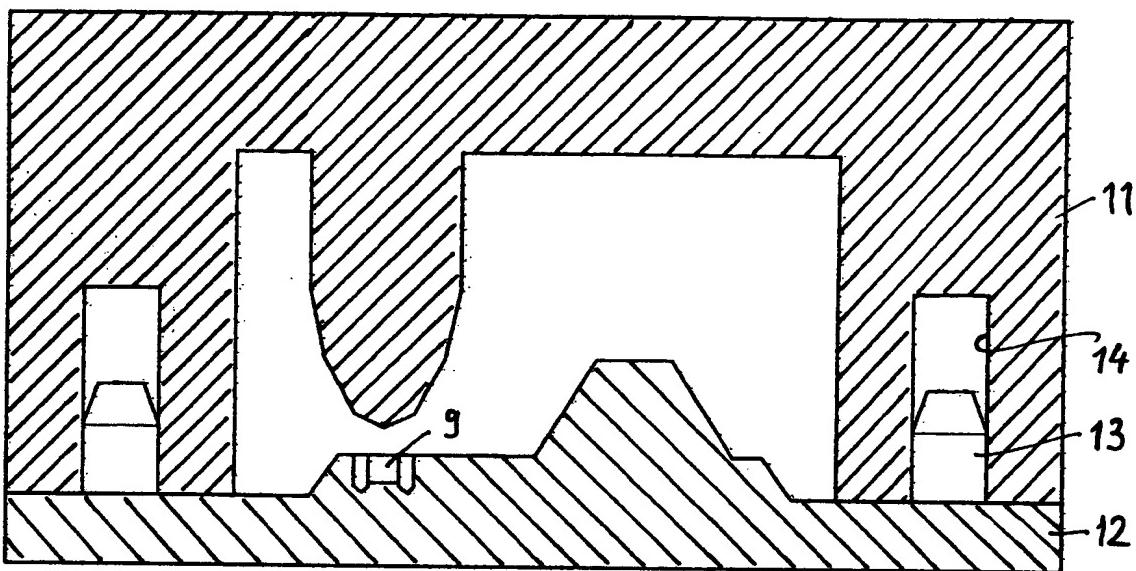


FIG. 7a

FIG. 7b

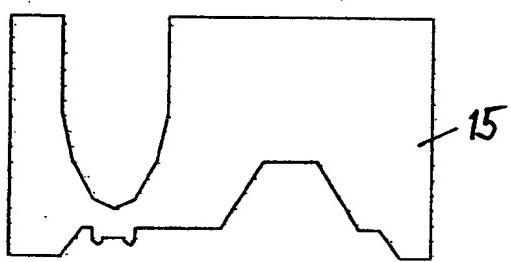


FIG. 7c

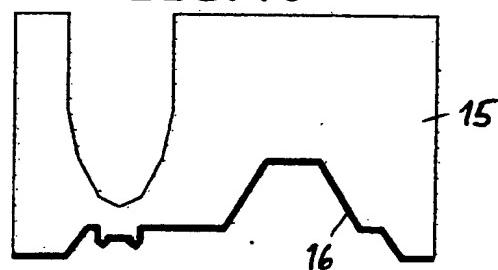


FIG. 7d

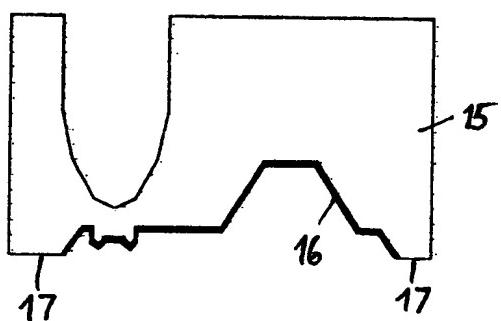
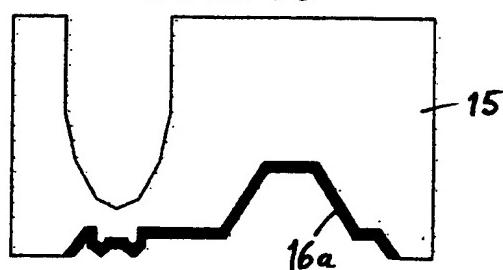
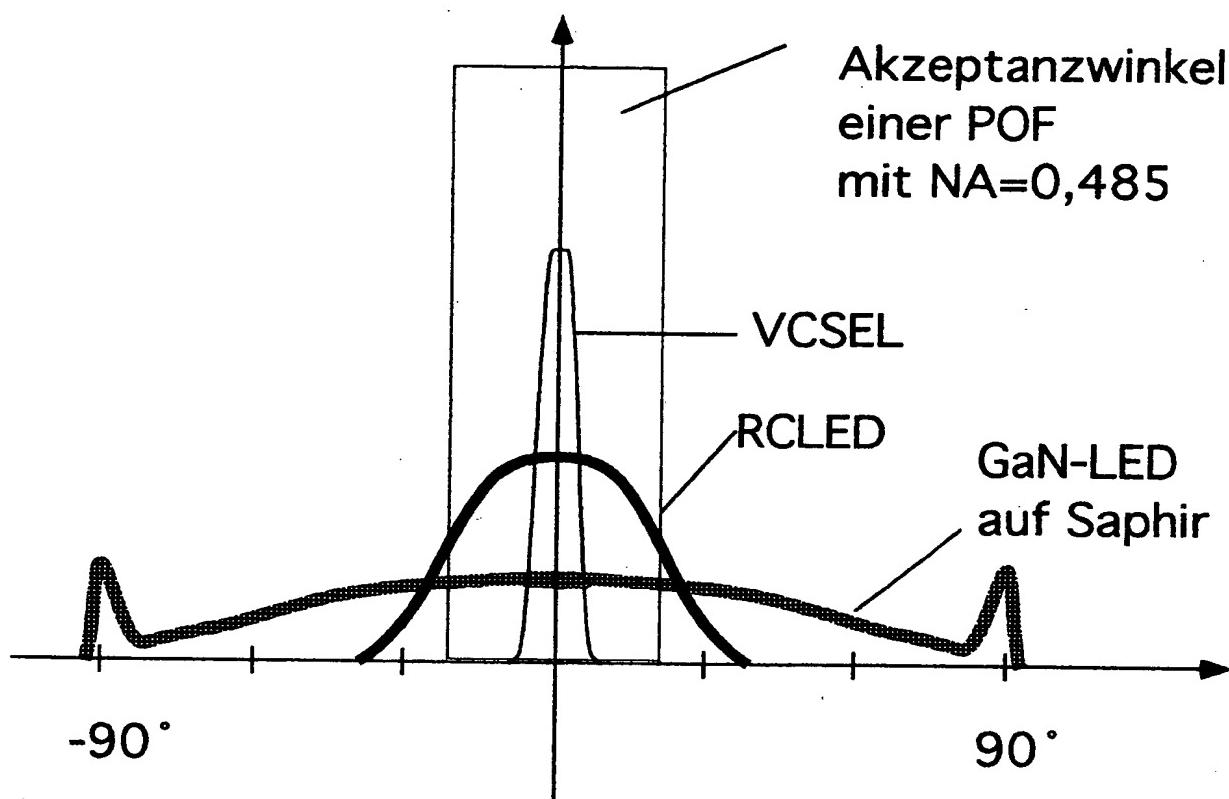
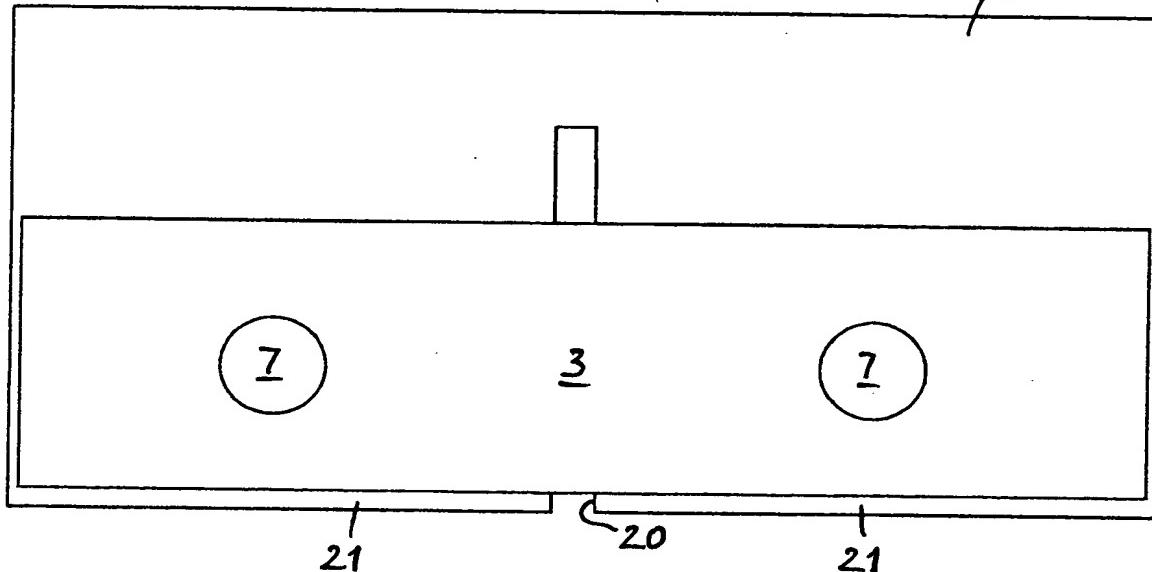
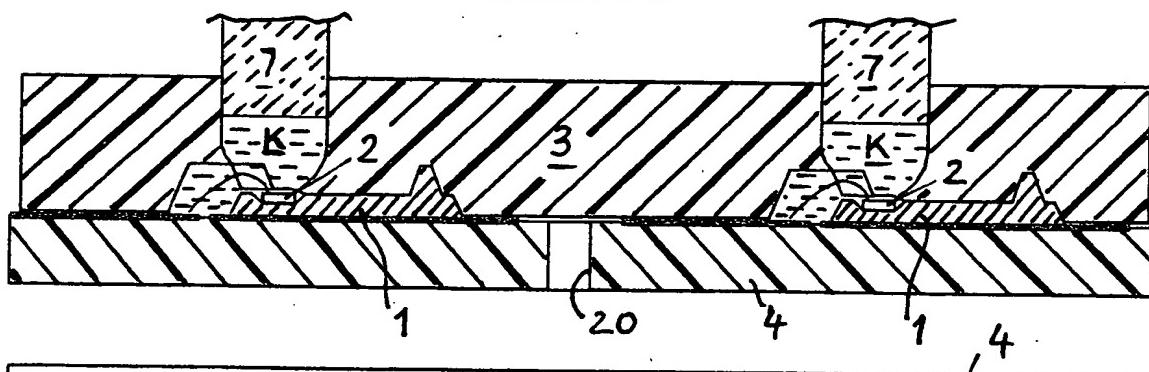
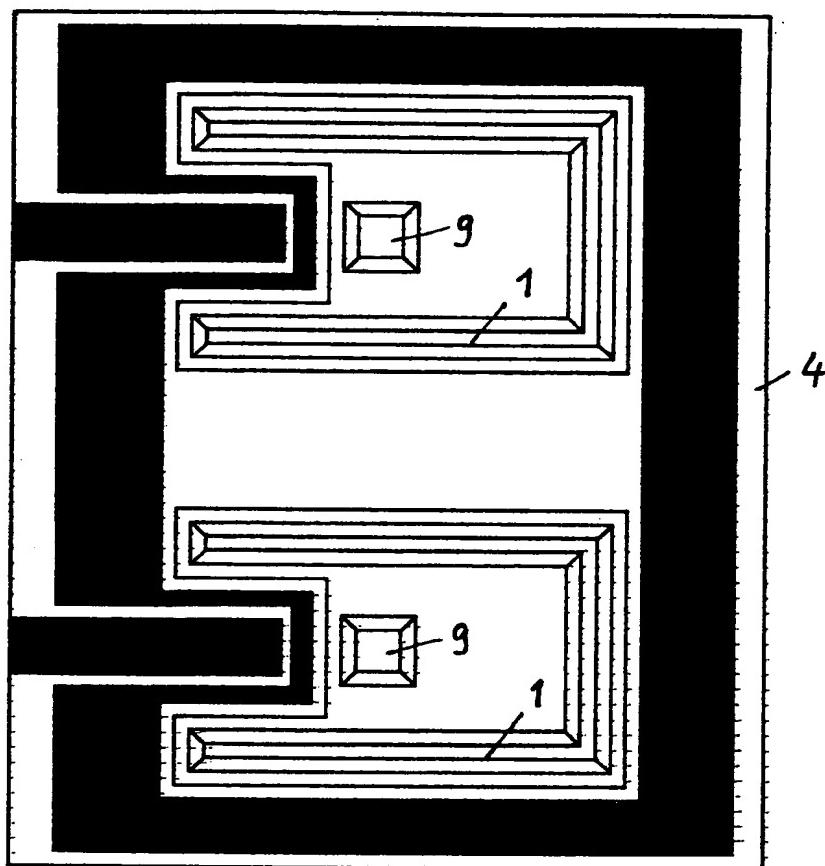


FIG. 7e



**FIG. 8**

**FIG. 9a****FIG. 9b**



**FIG. 10**

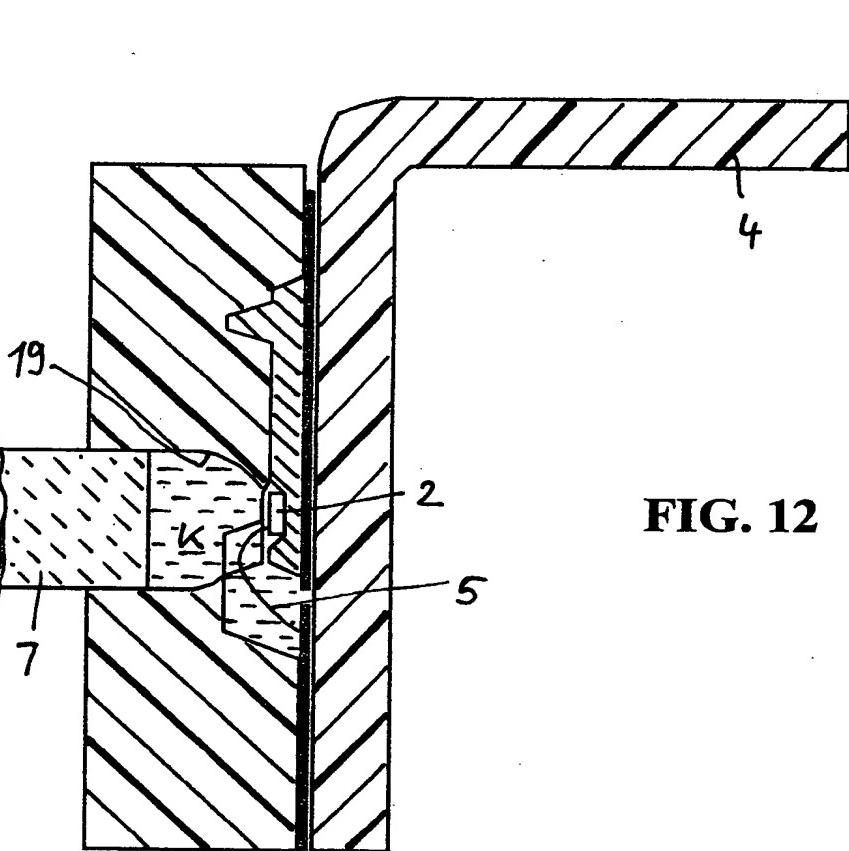
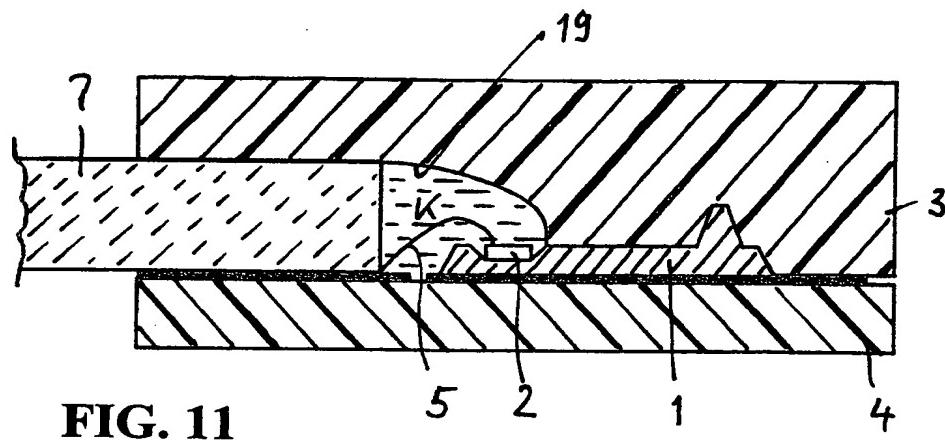


FIG. 13

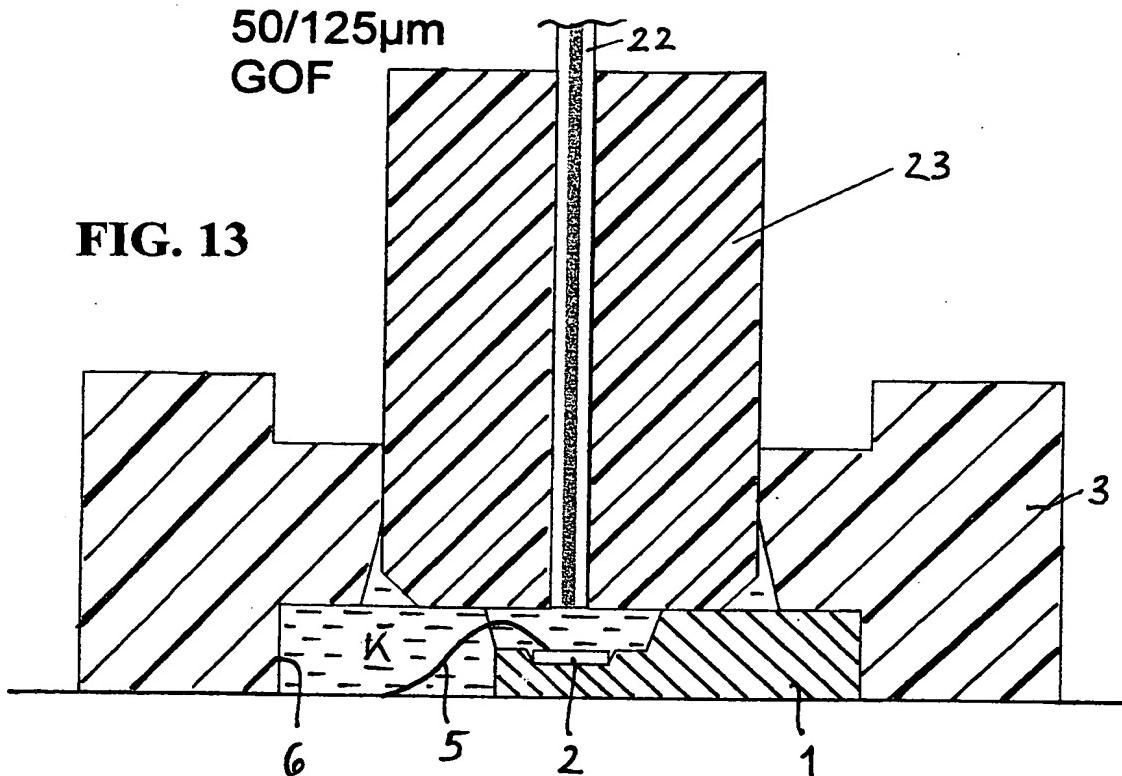
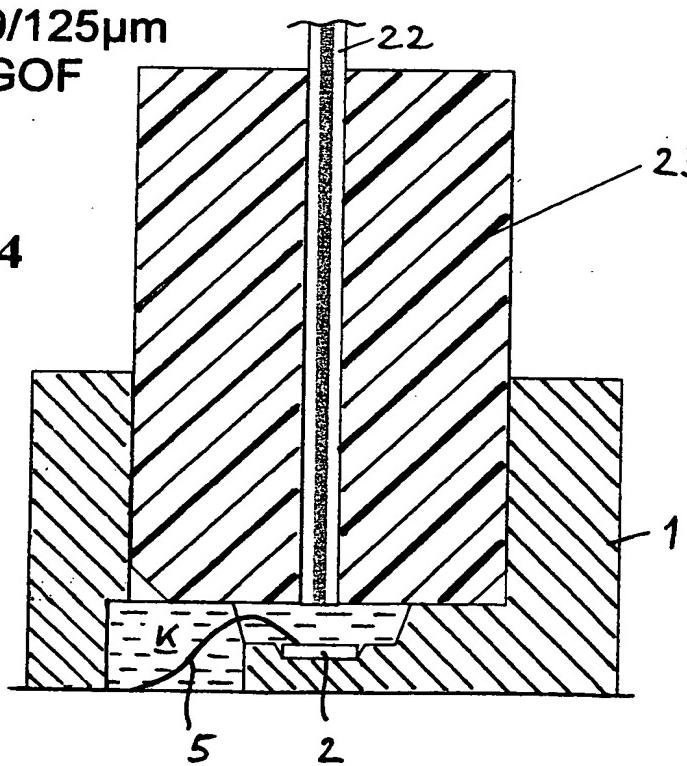
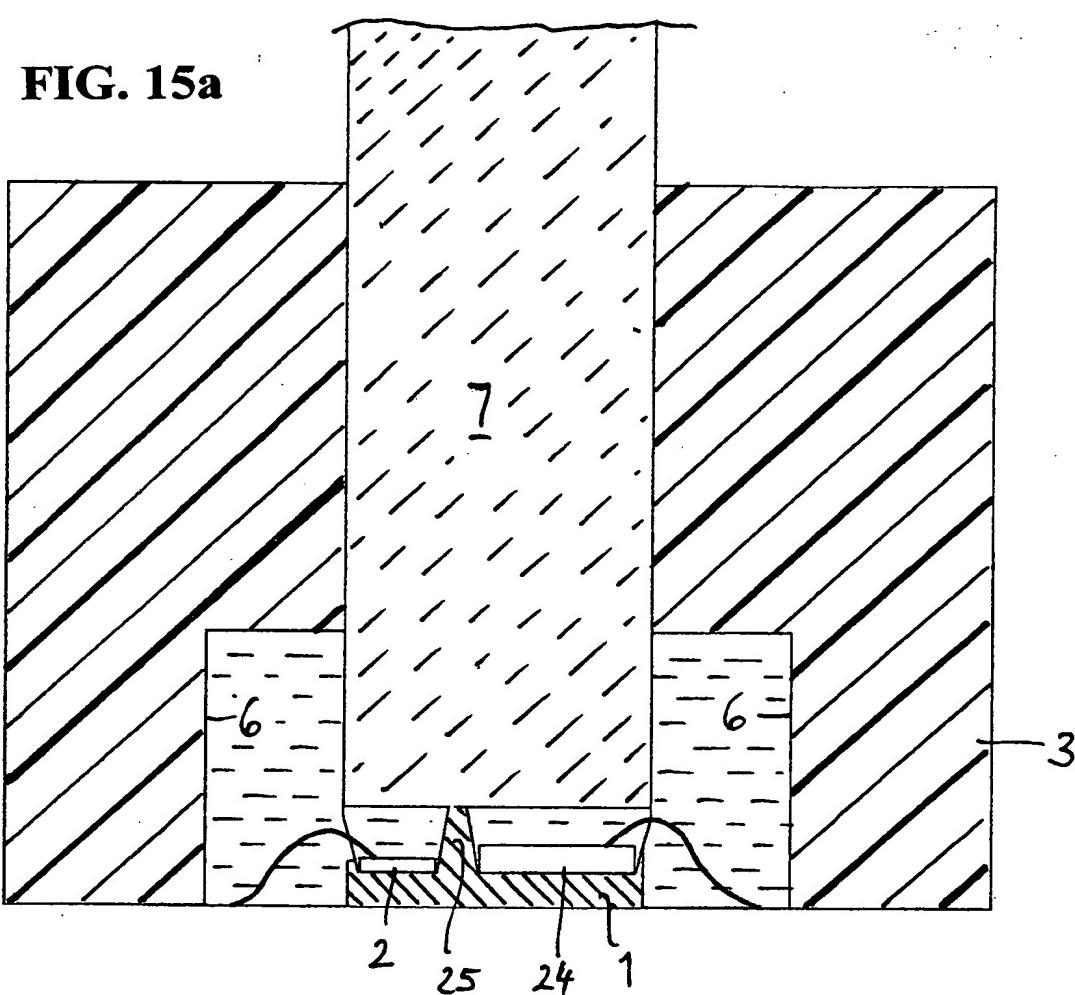
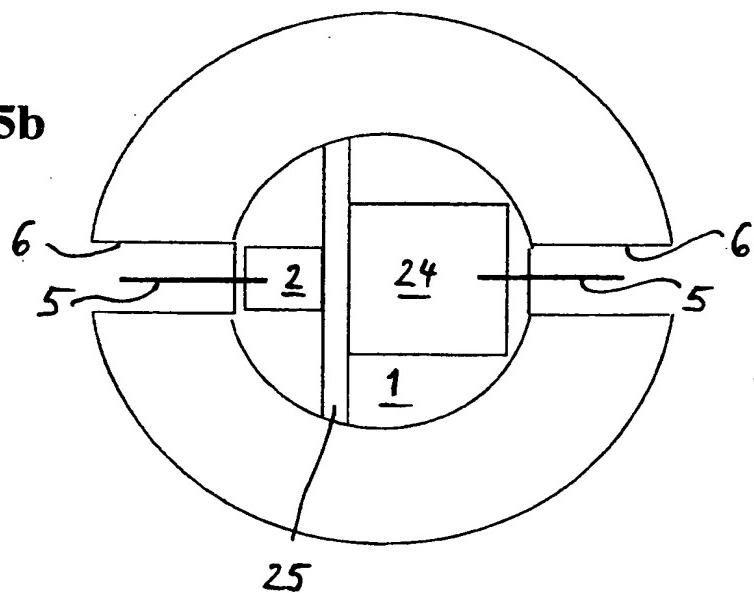
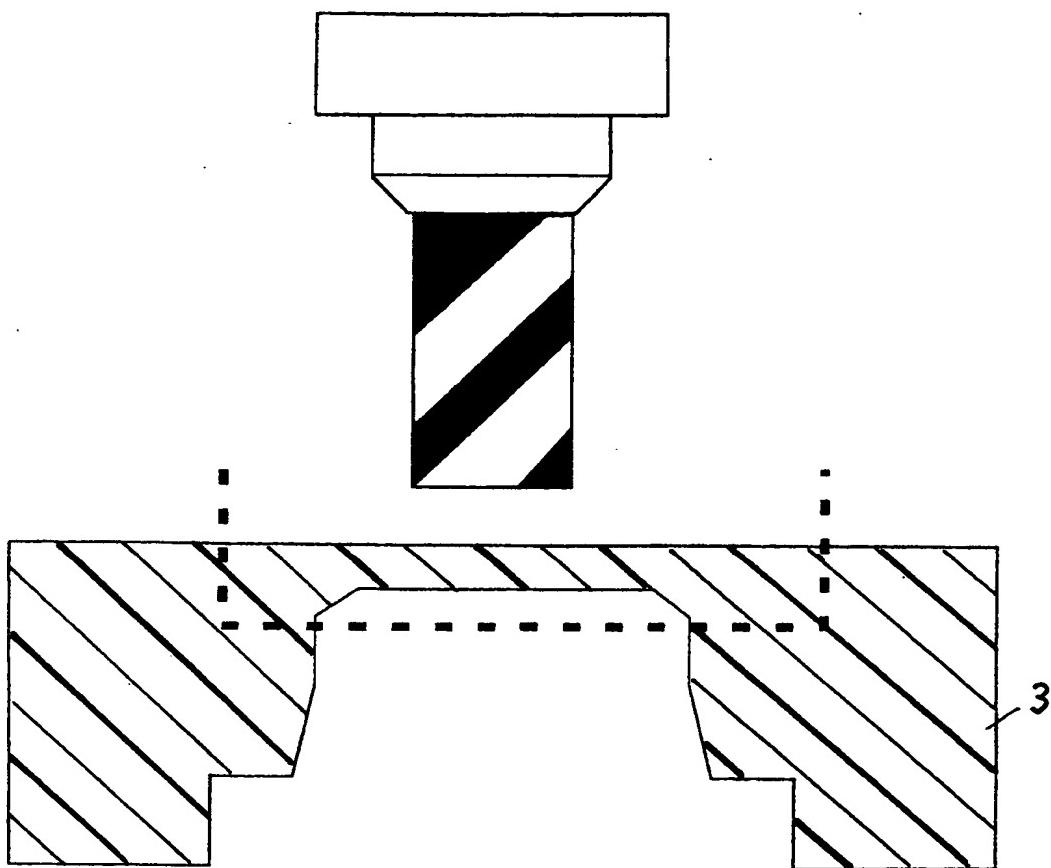


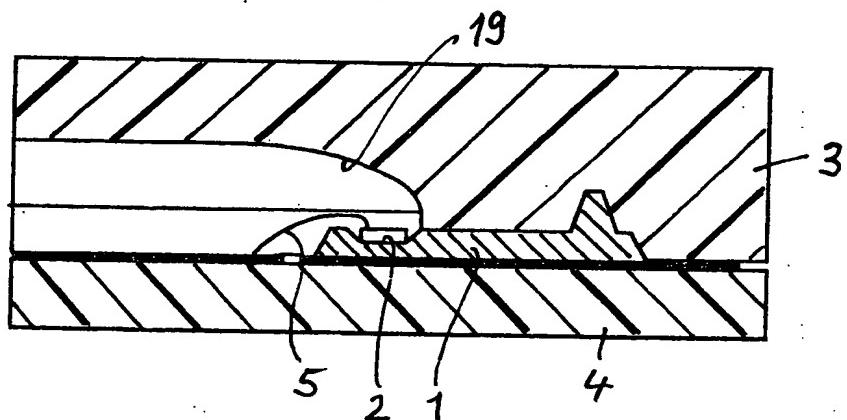
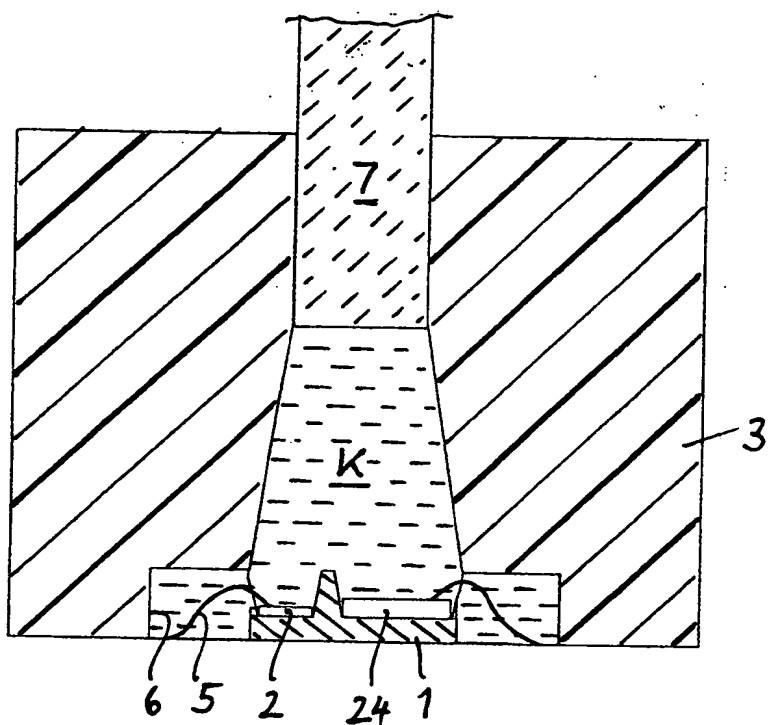
FIG. 14



**FIG. 15a****FIG. 15b**



**FIG. 16**

**FIG. 17****FIG. 18**